

129

E 30

TK 46.113

KFKI-73-66

**И. Палман  
Б. Сигети**

**КОДОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ GRAY-BCD  
К НЕЙТРОННОМУ ДИФРАКТОМЕТРУ  
" HELENA "**

*Hungarian Academy of Sciences*

**CENTRAL  
RESEARCH  
INSTITUTE FOR  
PHYSICS**

**BUDAPEST**







КОДОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ GRAY-BCD К НЕЙТРОННОМУ ДИФРАКТОМЕТРУ  
"HELENA"

И. Палмаи, Б. Сигети

Центральный институт физических исследований

Оптический Главотдел



## РЕЗЮМЕ

В нейтронном дифрактометре под названием "HELENA", индикация положения была осуществлена с помощью кодового диска системы Грея, имеющего ёмкость в 16 бит, кодовый диск позволяет регистрирование и цифровую индикацию перемещения на 6 сотых градуса. Представляемый в описании простой кодопреобразователь Грея-BCD (двоично-кодированное представление десятичных чисел) позволяет осуществить связь между кодовым диском и логической системой управления дифрактометра.

## ABSTRACT

In the neutron diffractometer HELENA, a 16 bit capacity GRAY code disc is employed for indicating positions with 0.06' accuracy. The connection between the code disc and the logic control system of the diffractometer is provided by a simple GRAY-BCD code converter described here.

## KIVONAT

A "HELENA" elnevezésű neutron diffraktométerben a helyzetjelzés egy 16 bit kapacitású GRAY rendszerű kódtárcsa alkalmazásával valósult meg, amely 6 század fok elmozdulás érzékelését és digitális kijelzését teszi lehetővé. A leírásban ismertetésre kerülő egyszerű GRAY-BCD kódkonverter a kódtárcsa és a diffraktométert vezérlő logikai rendszer közti kapcsolatot teszi lehetővé.



Автоматизация измерений, связанных с рассеянием нейтронов, требовала разработки и изготовления цифровых устройств. Вследствие того, что изменение интенсивности нейтронов, рассеиваемых исследуемым объектом известно только в зависимости от положения объекта, точное его определение оказывает решающее влияние на успешное проведение измерений. По сегодняшним возможностям наиболее надежную информацию об угловом положении направляющей оси можно получить с помощью кодового диска, имеющего непосредственную связь с осью. Для такой цели требуются диски, имеющие кодовое изображение, уменьшающее до минимума возможность ложной информации, а также некоторые неточности в определении отдельных угловых положений. Этим требованиям больше всего удовлетворяет диск указания положения, кодированный по системе Грея. В нашем распоряжении имелся кодовый диск в 16 битов с оптической индикацией, пригодный для обнаружения и цифровой индикации перемещения объекта в шесть сотых градуса.

Пульсированный источник света с частотой макс. 100 гц /рис.1/ направлен на кодовый диск системы Грея; на обратной, неосвещенной стороне диска на каждый бит приходится по одному фотодетектору. Кодовое изображение, характеризующее положение диска, появляется на выходе детекторов в виде импульсов электрического тока.

Ввиду того, что автоматическое цифровое устройство, обрабатывающее результаты измерений, а именно: устройство "HELENA" принимает информацию только в двоично-десятичном коде /всд/, возникла необходимость разработки кодового преобразователя, превращающего код Грея в двоично-десятичный код. Разработка была осуществлена в трех стадиях:

а/ Сначала поступающая с фотодетектора пульсированная информация превращается в статические сигналы в кодовом накопителе. В результате этого на выходах накопителя изменяется только бит, характеризующий изменившееся положение.

б/ Полученное статическое кодовое изображение Грея преобразуется в двоичный код таким образом, что каждому кодовому изображению Грея соответствует число двоичного кода.

в/ Кодовое изображение, появляющееся на 16 выходах двоичного преобразователя, преобразуется в двоично-десятичный код с помощью всд-преобразователя, на выходе которого имеется пятидекадный накопитель с распределением 1-2-4-8, на котором появляется число, характеризующее положение кодового диска.



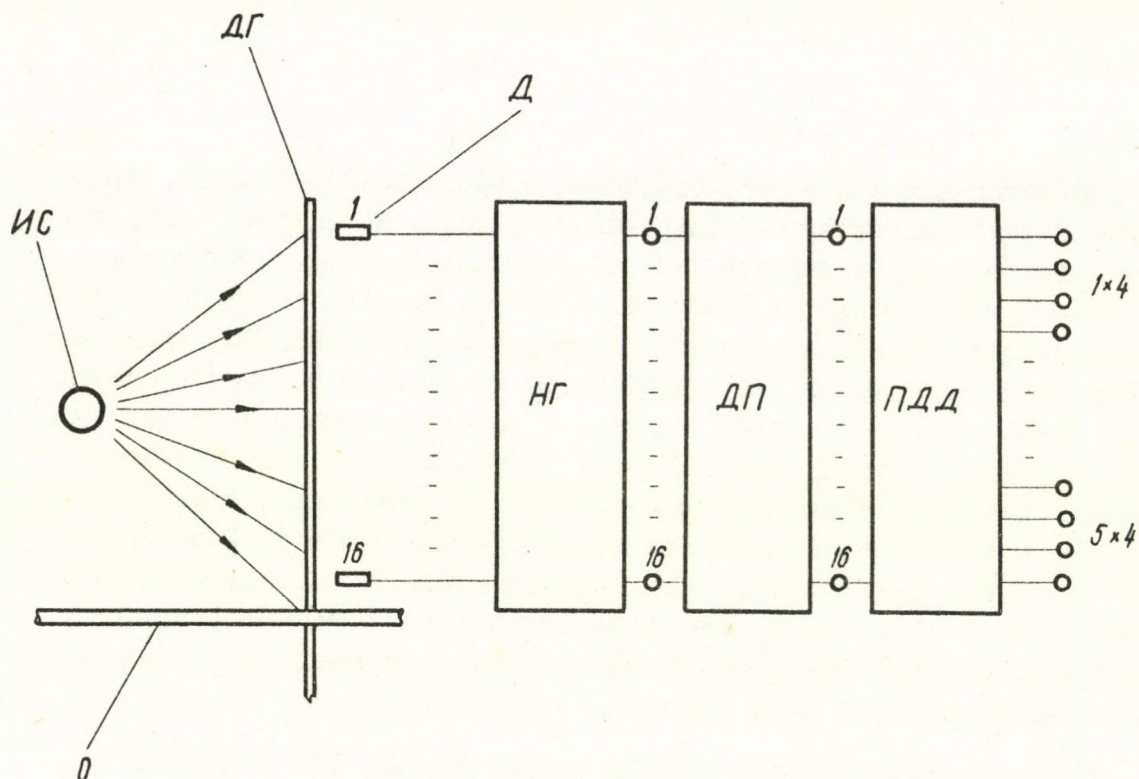


Рис. 1 - Блок -схема кодового преобразователя  
 ИС = Источник света; О = Ось; ДГ = Диск системы Грея; Д = Детектор; НГ = Накопитель Грея; ДП = Двоичный Преобразователь (GRAY-BSD); ПДД = Преобразователь Двоичный - Десетичный (Binar-BSD)

### 1. Кодовой накопитель

Импульсы с фотодетектора поступают на формирующую схему, в качестве которой целесообразно использовать мультивибратор с одним устойчивым положением. Поступающая дальше информация попадает в накопитель /на каждый бит информации по одному мультивибратору с двумя устойчивыми положениями/. В случае поступления уровня, соответствующего логической "1", накопитель перебрасывается в одно из устойчивых положений, и остаётся там до тех пор, пока вследствие смещения кодового диска на соответствующем детекторе не появляется уровень, соответствующий логическому "0". В этом случае накопитель перебрасывается в другое основное положение. Таким образом, на соответствующем выходе накопителя логическое изменение уровня появляется в том случае, если ему предшествует изменение кода.

### 2. Двоичный преобразователь

При преобразовании статического кодового изображения Грея в двоичный код необходимо принимать во внимание следующее: [1]



а/ Кодовое слово Грея состоит из столько же битов, что и соответствующее ему число двоичное кодовое слово.

б/ Бит наивысшего порядка кодового слова Грея соответствует биту наивысшего порядка чисто двоичного кодового слова.

Биты чисто двоичного кодового слова обозначим через

$$a_n a_{n-1} \dots a_3 a_2 a_1,$$

а биты кодового слова Грея через

$$b_n b_{n-1} \dots b_3 b_2 b_1,$$

тогда

$$b_n = a_n$$

в/ Преобразуя матричным генератором, получаем:

$$b_1 = a_1 \oplus a_{i+1}$$

$$b_3 = a_3 \oplus a_4$$

$$b_2 = a_2 \oplus a_3$$

$$b_1 = a_1 \oplus a_2$$

Символическое обозначение  $\oplus$  операций между членами уравнения обозначает суммирование  $\text{mod } 2$ , которое означает алгебраическое сложение без переноса.

В случае двух битов

$$A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$$

Преобразование кода, принимая во внимание вышесказанное, уже может быть осуществлено.

Логическая схема сложения без переноса  $\text{mod } 2$  для случая двух битов изображена на рис. 2.

Назначение инвертеров, расположенных на вторичных выходах, описывается ниже.

### 3. Двоично-десятичный преобразователь

С помощью двоичного преобразователя получается двоичное изображение кода Грея. В следующей стадии производится преобразование чисто двоичного кода в двоично-десятичный.

Десятичное значение "n"-значного числа любой системы счисления можно получить с помощью нижеследующей формулы:



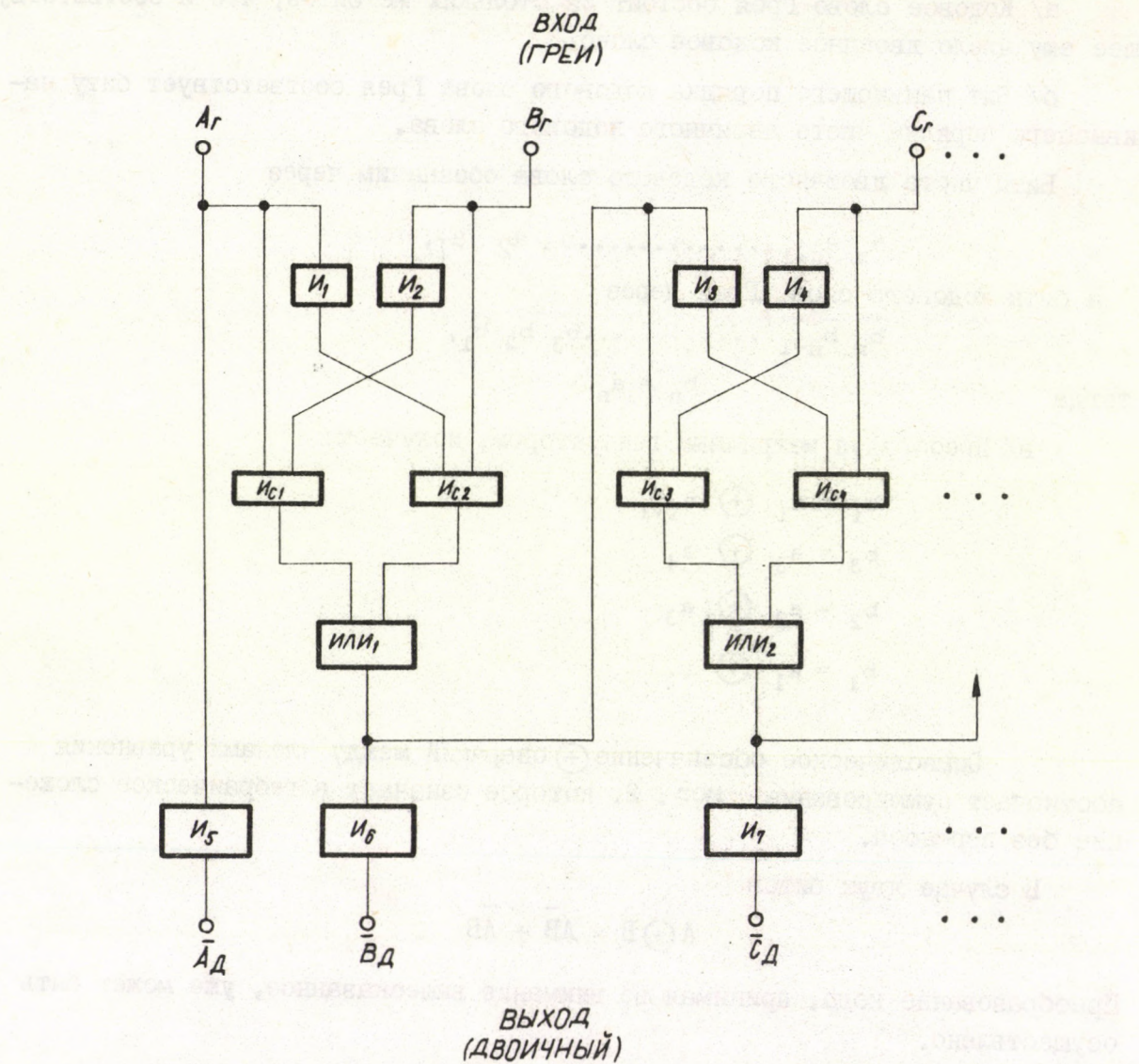


Рис. 2 - Принципиальная схема преобразователя Gray-Binar

$$\left\{ \left[ \left[ (a_{n-1} r + a_{n-2}) r + a_{n-3} \right] r + a_{n-4} \right] r + a_{n-5} \right. \left. r + a_{n-6} \right\} \quad /1/$$

где  $r$  - основание системы счисления

$a_n$  - порядок членов.



Например, двоичным числом является

$$N_2 = 101101$$

Десятичный аналог этого двоичного числа, на основе выражения /I/, будет

$$\left\{ \left[ (1 \cdot 2 + 0) \cdot 2 + 1 \right] \cdot 2 + 1 \right\} \cdot 2 + 0 = 45$$

Хорошо видно, что десятичное число, соответствующее двоичному числу, образуется так, что с числа наивысшего порядка все предшествующие числа умножаются на 2. Это означает сдвиг на одно место /например, влево/.

Посмотрим, как вышеуказанное двоичное число преобразуется в двоично-десятичное с помощью регистра сдвига [2].

Двоичное число вводится в шестибитный регистр, а затем сдвигается влево. Результат появляется в двухдекадном счетчике в двоично-десятичном виде, если вся операция осуществляется с принятием во внимание нижеследующего.

Из таблицы I видно, что до третьего шага включительно все логично, потому что значение информации, поступившей в первую декаду, равно 5. В том случае, если четвертый шаг осуществляется без всякого вмешательства, получается ложная информация, так как содержание первой декады составило бы 11, что невозможно в двоично-десятичной системе. Значит, после третьего шага необходимо вмешательство таким образом, что к содержанию декады прибавляется +3. Таким образом, в декаде получается информация, значение которой равно  $5 + 3 = 8$ . После этого, проводя четвертый шаг, во вторую декаду поступают десятки, а в первую - единицы, и, таким образом, получается правильная информация. После пятого и шестого, шагов информация из двоичного регистра поступает в двухдекадный двоично-десятичный регистр, где она принимает значение соответственно правилам, приведенным в таблице I.

Рассматривая, в случаях каких комбинаций требуется прибавление +3 после третьего шага, можно видеть, что в случае 5; 6; 7. Следовательно, можно установить, что если содержание декады

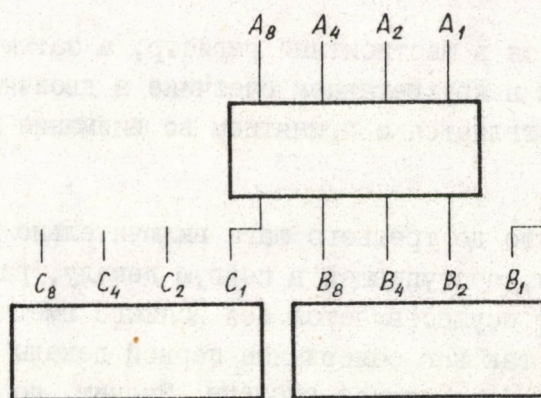
$$N_{BCD} \geq 5,$$

то необходимо провести прибавление. Естественно, это правила действительно для всех декад.



Использование вышеуказанного метода для кодового регистра с 16 битами затрудняется тем обстоятельством, что кроме 36 триггеров и тактового генератора, к каждой декаде требуется ещё и вентильные схемы для слежения за кодом. Поэтому, для нас оказалась более целесообразной разработка схемы, в которой не требуются триггеры и тактовый генератор, а преобразование кода осуществляется с помощью соответствующего расположения логических вентильных схем.

Входы вентильных схем обозначаются через  $A_8, A_4, A_2, A_1$  /рис.3/4/. На все входные точки подается двоичная информация, соответствующая 4 битам. Вентильную схему надо построить так, что если на входы поступают двоичные числа, равные или больше 5, на выходе должно появиться значение, увеличенное на 3.



	$A_8$	$A_4$	$A_2$	$A_1$	$C_1$	$B_8$	$B_4$	$B_2$	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	1	0	0	0	8
6	0	1	1	0	1	0	0	1	9
7	0	1	1	1	1	0	1	0	10
8	1	0	0	0	1	0	1	1	11
9	1	0	0	1	1	1	0	0	12

Рис. 3 - Таблица правдивости преобразователя Binar-BCD



Основой принципа действия вентильных схем служила таблица правдивости, изображенная на рис. 3. Таблица разделяется на две части; на левой стороне приведены входы, а на правой - комбинации выходов  $/C_I, B_8, B_4, B_2/$ . Рассматривая таблицу слева направо и сверху вниз видно, что до значения 4 выход одинаков со входом. Однако, в том случае, если входная комбинация равно 5, схема - на основе вышесказанного - должна осуществить прибавление +3 для того, чтобы на выходе появилась комбинация, равная 8. В дальнейшем, в случае каждого входного значения, превышающего 5, надо производить вышеуказанное прибавление.

Преобразование в двоично-десятичный код с помощью вентильной системы может быть осуществлено только в том случае, если одновременно выполняется сдвиг порядков. Это может быть проведено следующим образом: выходы первой вентильной схемы /рис.3/ подключаются ко входам следующих вентильных схем, сдвигая их на один порядок. Это значит, что выход  $A_I$  первой схемы подключается ко входу  $B_2$  второй схемы,  $A_2$  - к  $B_4$  и  $A_4$  -  $B_8$ . Выход, соответствующий  $A_8$ , подключается ко входу  $C_I$  третьей вентильной схемы. Следовательно, в этой системе третья вентильная схема представляет десятки, а вторая - единицы /в двоично-десятичной системе/. Информация, соответствующая пятому биту, поступает на вход  $B_I$  второй вентильной схемы [3].

Вентильная система, на основе таблицы, изображенной на рис. 3, может быть построена с использованием минимального количества элементов с применением метода диаграммы Карнау.

На рис. 4 изображена принципиальная схема вентильной системы и приведены конечные алгебраические выражения. Инвертеры, находящиеся на входных и выходных точках, предназначены для восстановления уровня; однако, так как здесь осуществляется логическое изменение, приведены отрицательные значения символических обозначений. Следует отметить, что выходной инвертер преобразователя с мод . 2, описанного в пункте 2 /рис.2/, обеспечивает логическое согласование входов вентильных схем, описанных в этом пункте.

На рис. 5 изображена блок-схема вентильной системы, построенной на 16 битах. Двоичные входы приведены от "0" до "15" в строках, возрастающих по "этажам", а двоично-десятичная информация, появляющаяся на проводе 5х4, изображена в нижней части блок-схемы. В первой стороне блок-схемы приведены численные значения кодовых изображений, появляющихся на выходе каждого "этажа".

Авторы выражают свою благодарность научному сотруднику Центрального института физических исследований Лайошу АЛЬМАШИ, за помощь, оказанную им в разработке вышеописанной системы.



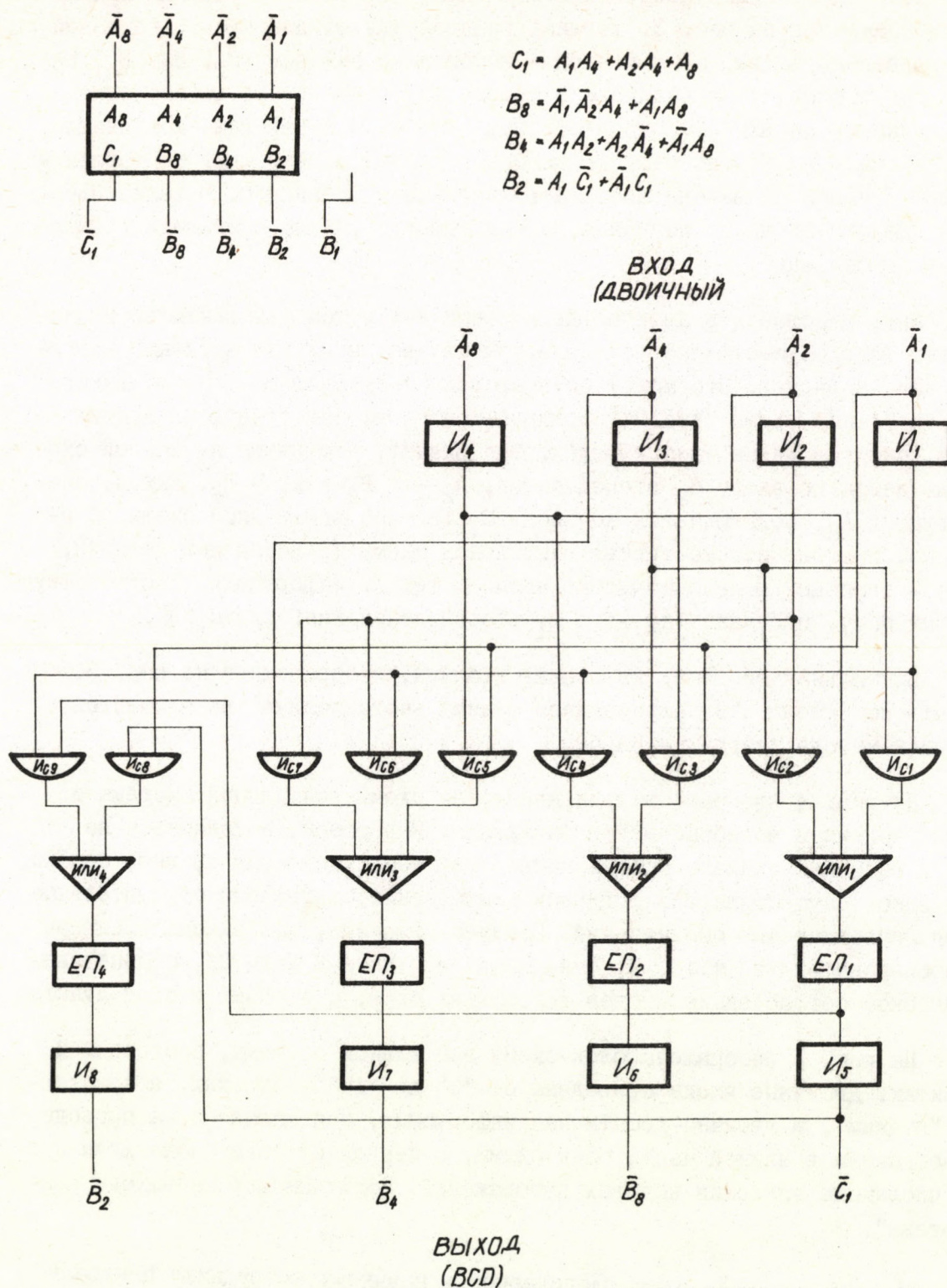


Рис. 4 - Принципиальная схема и основные выражения преобразователя Binar-BCD



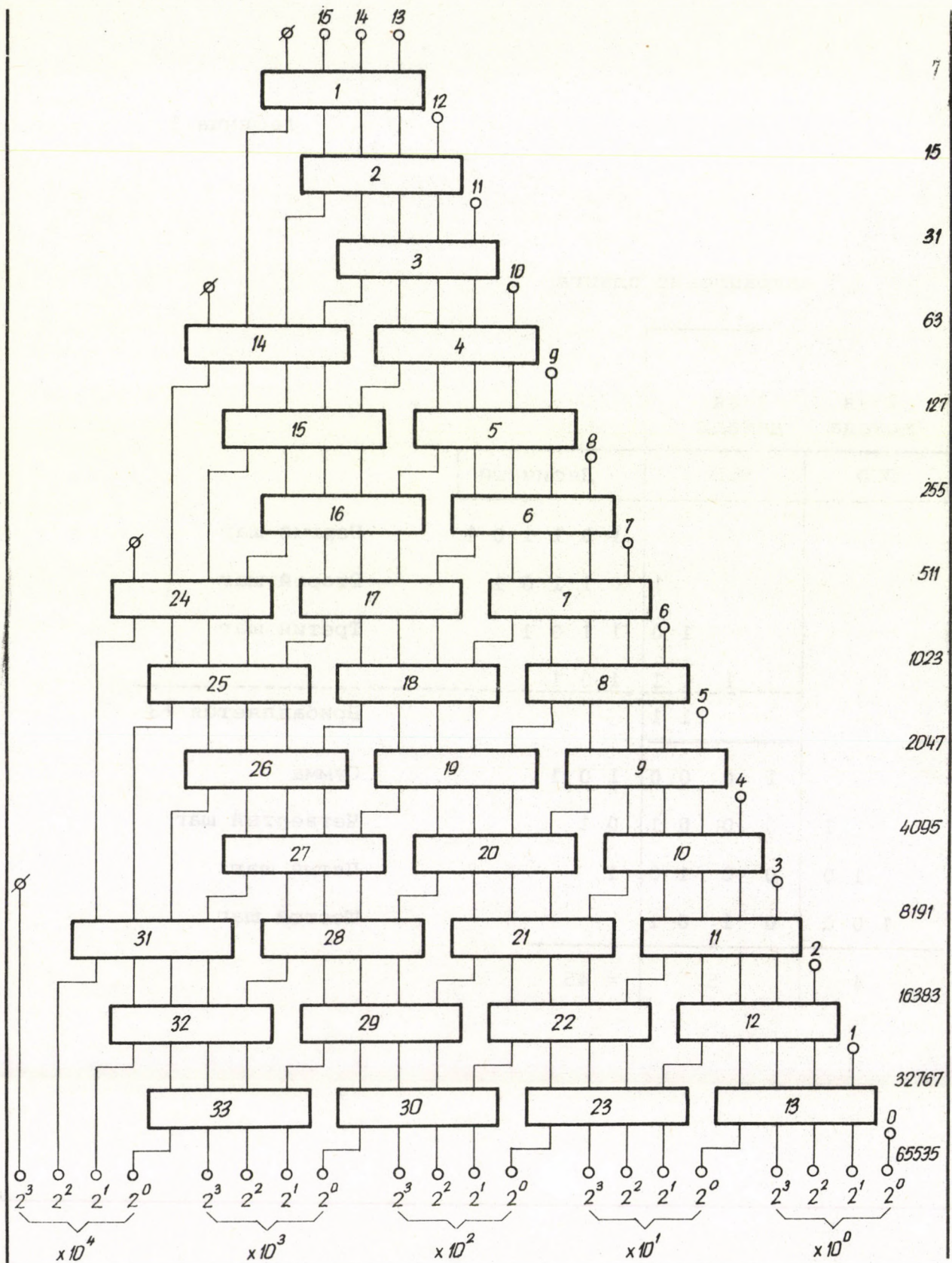


Рис. 5 - Принципиальная схема вентиляных схем преобразователя Binar-BSD



Таблица 1

направление сдвига  
←

2-ая декада	1-ая декада	Двоичный	
BCD	BCD		
		1 0 1 1 0 1	Первый шаг
	1	0 1 1 0 1	Второй шаг
	1 0	1 1 0 1	Третий шаг
	1 0 1	1 0 1	
	1 1		Прибавляется +3
	1 0 0 0	1 0 1	Сумма
1	0 0 0 1	0 1	Четвертый шаг
1 0	0 0 1 0	1	Пятый шаг
1 0 0	0 1 0 1		Шестой шаг
4	5	= 45	



Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] Tóth M., Janovics S.: "Digitális rendszertechnika". Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.
- [2] John F. Couleur: "BIDEC - A Binary to Decimal or Decimal to Binary Converter". IRE Transactions on Electronic Computers, 1958 December.
- [3] Wolfgang Weber: "Einführung in die methoden der digitaltechnik". Megjelent AEG-Telefunken gondozásában, 1969.
- [4] Z.M. Benedek, B. Moskewitz: "Convert Binary to BCD without Flips-Flops". Electronic Design, 21 okt. 10. 1968.





Kiadja a Központi Fizikai Kutató Intézet  
Felelős kiadó: Kroó Norbert, a KFKI Szilárd-  
testkutatási Tudományos Tanácsának szekció-  
elnöke

Szakmai lektor: Pellionisz Péter

Nyelvi lektor: Mátis Istvánné

Példányszám: 325 Törzsszám: 73-9307

Készült a KFKI sokszorosító üzemében  
Budapest, 1973. november hó.